

TECNOLOGIAS APLICADAS À EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO DE PETRÓLEO

Rodolfo Rodrigues Holanda Cavalcante¹

Jaqueline Silva Albuquerque da Guia²

Engenharia de Petróleo



ISSN IMPRESSO 1980-1777

ISSN ELETRÔNICO 2316-3135

RESUMO

Com o intuito de obter um panorama amplo dos avanços das atividades relacionadas à Exploração e Produção na Indústria do Petróleo a partir do século XIX até os dias atuais, o presente artigo apresenta uma revisão bibliográfica em bases de pesquisa de determinadas áreas tais como: sísmica, perfuração de poços direcionais a laser, plataformas marítimas, tubos flexíveis chegando até as bombas multifásicas. Faz-se importante esse levantamento, pois relata os principais elementos atualmente utilizados na indústria petrolífera mundial, considerando que todos esses avanços contribuem para uma grande economia de energia na fase de exploração e produção, aumento de eficiência dos equipamentos, resistividade dos risers, redução dos prazos das atividades e redução de custos.

PALAVRAS-CHAVE

Avanços. Exploração. Produção. Petróleo.

ABSTRACT

In order to get a broad overview of the progress of activities related to Exploration and Production in Oil from the 19th century to the present day, this article presents a literature review on research bases of certain areas such as seismic, drilling directional wells laser, offshore platforms, hoses coming to the multiphase pumps. It will be important to this survey, as reports the main elements currently used in the world oil industry, considering that all these advances contribute to large energy savings in the exploration and production phase, equipment efficiency increase, resistivity of risers, reducing terms of activities and cost reduction.

KEYWORDS

Advances. Exploration. Production. Oil.

1 INTRODUÇÃO

A grande quantidade de avanços na exploração e produção de petróleo dá-se pelo desenvolvimento das técnicas em diversas áreas de conhecimento, aonde no final do século XIX a exploração de petróleo ocorria em lâminas d'água de 30 metros, e que hoje chegam a mais de 2.220 metros. Segundo Benedito (2008), esses avanços ocorreram em três grandes áreas tecnológicas, reconhecidas como *big tree*: sísmica, perfuração e plataformas com seus equipamentos. O impacto desse avanço reflete diretamente no uso dos produtos derivados do petróleo, como os polímeros e os combustíveis.

Nesse panorama o Brasil fica numa colocação privilegiada, pois a descoberta de petróleo e gás na camada do pré-sal foi um grande marco para a indústria petrolífera mundial, que por meio disso teremos até 2020 cerca de quarenta plataformas marítimas de produção para atuar nos reservatórios (MORAES, 2015). O primeiro exemplo importante da atuação tecnológica foi no Golfo do México, nas décadas de 1940- 1950, onde as explorações já eram em áreas mais distantes, esse marco resultou em inovações para o desenvolvimento na exploração de petróleo *offshore*, os esforços em pesquisa e desenvolvimentos destinados à obtenção de novos equipamentos para a produção de petróleo.

Este artigo tem como objetivo mostrar todo o avanço tecnológico da exploração e produção *offshore* no Brasil, alguns equipamentos e técnicas que foram aprimoradas ao longo dos anos. Serão especificados alguns tipos de tecnologia que fazem parte de toda transição nessa trajetória de prospecção e exploração.

2 METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido a partir de levantamentos bibliográficos de livros, teses, dissertações, revistas, artigos científicos referentes às tecnologias utilizadas na exploração de petróleo em unidades *offshore*. As revistas de tecnologia da Petrobras e da Macaé *Offshore* também foram importantes fontes de dados para esta pesquisa, dispondo de informações que puderam subsidiar comparações dos avanços ocorridos no setor de exploração e produção até os dias atuais.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

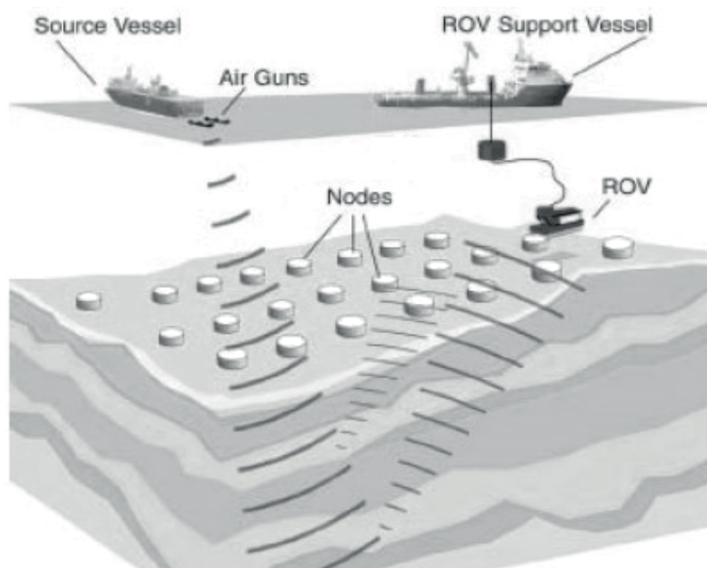
De acordo com Campos (2008), com o aumento da produção de petróleo o planejamento foi fundamental para atingir os melhores resultados nas operações realizadas, sabendo que antes de executar é preciso pensar e planejar detalhadamente todo o processo do projeto, em busca de obter prazos melhores e planos maiores. Desta forma, novas técnicas, novas tecnologias, equipamentos de última geração e capacidade para uma maior produção de petróleo compõem o cenário da Indústria do Petróleo no Brasil, o qual é um dos maiores produtores de petróleo com tecnologia de ponta do mundo.

3.1 SÍSMICA DIGITAL

A cada dia, a indústria encontra soluções que buscam uma operação mais limpa, econômico e socioambientalmente responsável. A sísmica passou a ser fundamental para ganhar tempo e ser mais eficiente para aquisição de dados. Essa nova tecnologia teve origem no início dos anos 1970, com imagens em três dimensões. Os mapas gerados por meio da sísmica permitem determinar os melhores locais para realizar a perfuração, onde no atual momento a principal tendência é o uso da sísmica em 4D, que consiste em instalar dois sensores chamados de *nodes*, no solo marinho onde são direcionados sinais por um navio sísmico com fonte de energia acústica, que após sua propagação, vão em direção às camadas geológicas, nas quais refletem e voltam às estações sísmicas, onde os dados são registrados e enviados para um centro de processamento sísmico que permite a radiografia do subsolo e assim revelando as informações do mesmo.

As investigações dependem de boas estimativas das propriedades do subsolo de uma determinada região em que uma imagem do subsolo pode indicar regiões mais propensas a conter reservas de hidrocarbonetos.

Figura 1 – Ilustração da sísmica de reflexão



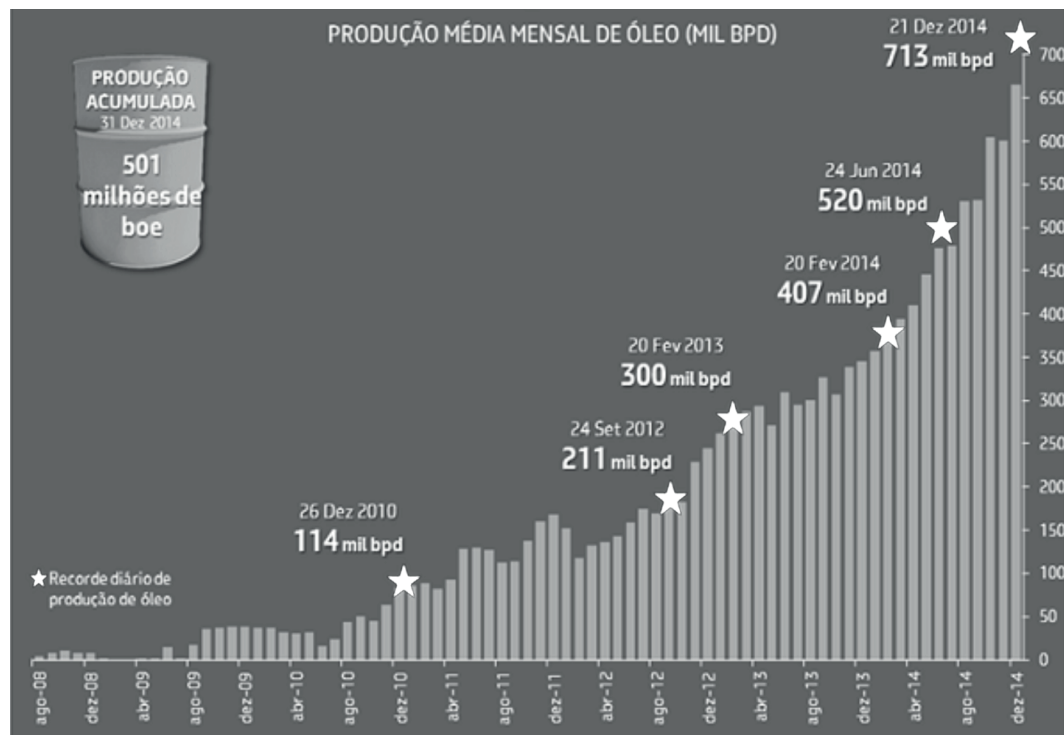
Fonte: Revista Macaé Offshore (2015).

3.2 EXTRAÇÃO DO PETRÓLEO NO PRÉ-SAL

A primeira descoberta do “ouro negro” foi na bacia sedimentar de Santos (RJ e SP) e no parque das baleias (ES) no ano de 2006, desde então esse marco tem desviado as atenções do mundo. O Petróleo encontra-se numa camada de 800 quilômetros de extensão entre os estados do Espírito Santo e Santa Catarina em profundidades que ultrapassam 7 mil metros em relação ao nível do mar, o que exige um grande domínio tecnológico para que o óleo seja extraído e aproveitado.

Graças aos avanços da sísmica de reflexão, foram detectadas jazidas abaixo de uma camada de sal que chegava a 2000 metros de espessuras com temperaturas muito elevadas. Para esta atividade foi utilizada a sísmica em 4D e uma técnica chamada *wideazimuth*, que consiste em um imageamento de alta qualidade de áreas com geologia complexa e assim melhorar a resolução do sinal sísmico no reservatório (GOUVEIA, 2010).

Figura 2 – Evolução da Produção de Petróleo



Fonte: Petrobras (2015).

O óleo do pré-sal é de densidade considerada média, baixa acidez, características de um óleo de boa qualidade e preço satisfatório no mercado petrolífero.

3.3 PERFURAÇÃO DE POÇOS A LASER

Para alcançar pontos remotos de reservatórios em águas profundas é necessário que adote técnicas avançadas que superem baixas taxas de penetração. Com isso uma das tecnologias inovadoras é a utilização da perfuração a laser, que consiste em um feixe de energia radiante que tem a função de fragilizar a rocha, facilitando assim a perfuração, o que anteriormente era feito com brocas que demandavam elevados gastos com a substituição de tempo em tempo como também o tempo de manobra.

O mecanismo de fragmentação da rocha acontece quando uma alta energia se concentra em uma área reduzida, dessa forma é possível fragilizar a rocha duras com a descamação, a fusão, e a vaporização do material sob a ação do laser, com isso, tem-se requerimento menor de energia se comparado aos métodos tradicionais de perfuração (AMARO, 2013). Diante disso, os testes realizados pela *Gas Technology Institute* (GTI), mostram que a tecnologia do laser atualmente disponível é o suficiente para fragmentar, fundir ou vaporizar qualquer tipo de rocha.

A energia específica (SE) é a quantidade de energia requerida para fragmentar a rocha e remover uma unidade de volume da rocha, podendo ser representada como segue:

Microscópio

P = Máxima

Dis_mostra a lente = 98mm

D.C= 50%

Freq = 5 Hz

T_expo = 60 seg

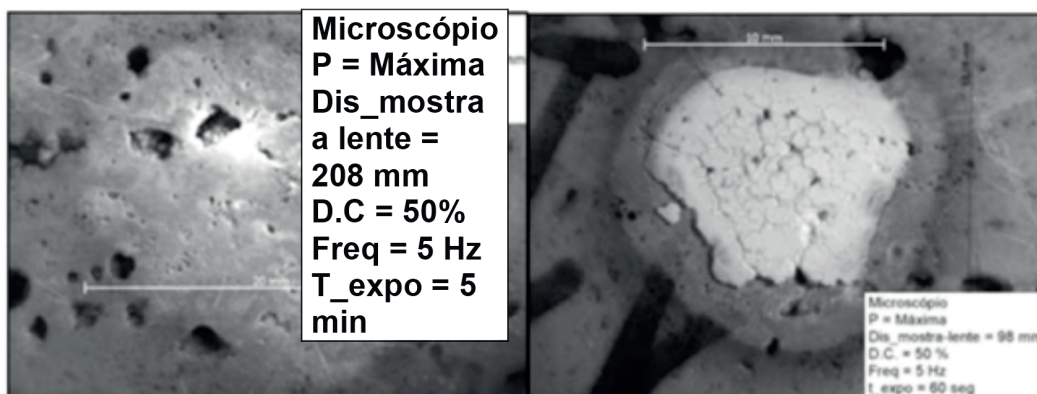
SE (J/cc)

=

Energia
aplicada (1)
/ Volume
removido

$$SE = \frac{\text{Energia aplicada}}{\text{Volume Removido}} = \frac{E}{\frac{dV}{dT}} = \frac{kW}{cm^3/s} = \frac{kJ}{cm^3} \quad (2)$$

Figura 3 – Efeito do laser sobre o mármore Travertino



Fonte: Amaro (2013).

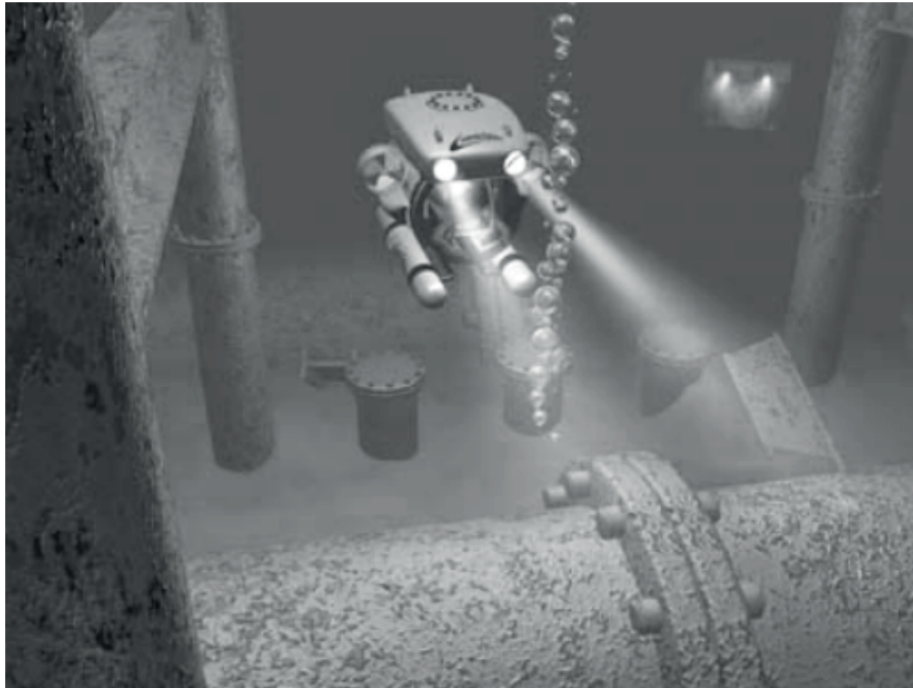
A tecnologia do laser possui um enorme potencial de aplicação na atividade de perfuração, simplesmente, pelo fato de que é um processo que permite alta energia em uma área reduzida.

3.4 INVISIBILIDADES DAS OPERAÇÕES NO MAR

As condições humanas para operações no fundo do mar são restritas a certas distâncias como, por exemplo, a uma lâmina d'água de até 350m é possível fazer manutenção de equipamentos com mergulhadores, porém quando as distâncias passam disso é necessário o uso de um equipamento chamado *Remotely Operated Vehicle* (ROV) que é um veículo capaz de realizar o monitoramento por meio da aquisição de imagens (CHASE, 2010) assim como realiza e supervisiona a montagem de equipamentos em grandes profundidades. Para a viabilização da produção no mar

em grandes profundidades, os *ROV* possuem câmeras de televisão mais avançadas, lâmpadas potentes a fim de facilitar a visualização remota das atividades nas operações no mar, e são resistentes às condições marinhas e elevadas pressões (MORAIS, 2013).

Figura 4 – ROV Inspeccionando uma instalação industrial submersa



Fonte: Chase (2010).

Entre os maiores avanços tecnológicos, destacam-se o uso de umbilicais ultra-finos, que são cabos compostos de fibra-ótica que realizam a comunicação do operador e transmitem as informações dos sensores presentes no *ROV*, e de propulsores magneticamente acoplados que funcionam por meio de uma diferença de potencial elétrico entre seus pólos de ligação, resultando em maior facilidade e segurança de operação. Desde então, muita coisa mudou devido aos avanços tecnológicos e os robôs se tornaram menores e capazes de atingir grandes profundidades. Hoje os *ROV* são capazes de recolher amostras e efetuar reparos em estruturas e consertos em estruturas subaquáticas (HENRIQUE, 2010).

3.5 RISERS

São tubos que fazem as ligações entre os poços de petróleo e plataformas ou navios. Fazem parte do sistema submarino de produção, pois conduzirá o fluido de perfuração de volta a superfície além do fluxo de produção do poço de petróleo. Por conta dos intemperismos, são acoplados compensadores de movimento nas extremidades inferior e superior de cada *riser* em lâminas d'água acima de 1500 metros

são utilizados flutuadores para aliviar o peso da coluna de *riser*. São revestidos por camadas que possam resistir a elevadas pressões e diversas condições marinhas.

O material constituinte em geral há dois tipos de *risers*: os *risers* rígidos, compostos por aço e tubos soldados e os flexíveis produzidos a partir do entrelaçamento de materiais poliméricos (DIEGO, 2012). Podem ser subdivididos nos seguintes tipos: *Risers* de Perfuração (perfura o poço, protege e guia a coluna de perfuração, permitindo o retorno da lama do poço para a plataforma); *Risers* de Completação (utilizados nas operações de segurança e produção); *Risers* de Produção (responsáveis por conduzir o fluido bruto do poço para a superfície) e *Risers* de Exportação (utilizados para transportar o óleo e o gás da plataforma para outra unidade ou para a terra).

3.5.1 Resistividades dos *Risers*

Uns dos grandes avanços tecnológicos nesses tubos foram a utilização de diâmetros externos de 20 a 21 polegadas nos graus de aço de 80 ksi, capazes de resistir a altas pressões. O desenvolvimento de sistemas potentes para maior facilidade no bombeamento do petróleo extraído do poço e sua condução até a plataforma para o a separação primária dos componentes (MORAIS, 2013).

3.6 ENGENHARIA SUBMARINA

Destinada a expandir os conhecimentos e avanços tecnológicos, para aplicação na exploração de petróleo em águas profundas. É atualmente o principal marco de toda a evolução para a extração de petróleo e seus derivados, seu cenário está direcionado para a exploração *offshore* onde possui o intuito de auxiliar a exploração com todos os métodos tais como: bombas multifásicas, sistema de compressão de gás, entre outros para obter resultados a partir da nova tecnologia com o objetivo de expandir os conhecimentos de projetos sobre dutos, *risers* e escoamento da produção de petróleo e gás.

3.6.1 Bombas Multifásicas

São máquinas hidráulicas criadas com a finalidade de deslocar um líquido por um escoamento. As bombas são instaladas em águas profundas para o bombeamento do fluido a partir do leito marinho, onde é realizado por uma única máquina, reduzindo assim os custos de instalação e manutenção e contendo menor impacto. A maioria das bombas multifásicas, operando baseiam-se na tecnologia de bomba parafuso que possui design espiral duplo, equilibradas em termos hidráulicos.

Um dos primeiros sistemas de produção submarina com bomba ocorreu em 1994 na plataforma de carapeba, esse sistema estava localizado a 1900m abaixo do solo marinho, com 90m de lâmina d'água e bombeava 15 km de linha desde o fundo

do poço até a plataforma. Hoje em dia as bombas multifásicas podem manipular misturas de até 95% de gás livre, devido a um sistema de recirculação do líquido que impede que o equipamento fique seco (sem líquido) durante uma golfada de gás (FONTES, 2011).

As bombas multifásicas de parafuso duplo estão disponíveis para fluxos de até 5.000m³/h (755300 bpd) e pressões diferenciais de até 150 bar (2.175 psi), onde são concebidas para lidar com frações de volume de gás elevadas e toneladas de lama de gás. Instalada na cabeça do poço, é composto pelos seguintes componentes: O motor elétrico, o sistema de lubrificação e óleo, um filtro automático e sistema de gerenciamento líquido, válvulas operadas pelo motor e a instrumentação da plataforma; O recipiente de ar condicionado e controle pressurizado para o VFD, PLC; Transformador e o Quadro de distribuição de baixa tensão.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresentou de acordo com a evolução histórica da exploração de petróleo alguns equipamentos como: os *risers*, *rovs* e as bombas multifásicas, que foram adaptados com novos materiais com maior resistência a altas pressões e intemperismos e assim aperfeiçoaram o sistema produtivo em águas profundas. As atividades que deram maior desempenho da produção, como: a sísmica e a perfuração a laser que durante anos foram estudadas, testadas em diferentes tipos de rochas e sedimentos, hoje são realidade na indústria petrolífera brasileira.

O Brasil é dono de um grande patrimônio natural, e possui uma das maiores empresas de petróleo do mundo e com a maior tecnologia aplicada na indústria, os recordes da exploração do pré-sal são os maiores resultados desta tecnologia, pois diminuíram os prazos e aumentaram a eficiência com estes avanços. Portanto, os investimentos aplicados à tecnologia de ponta para a extração e produção de petróleo mostram sempre resultados positivos e o constante crescimento do Brasil neste aspecto, com isso resulta que as inovações se fazem cada vez mais importantes e necessárias para a indústria.

REFERÊNCIAS

AMARO, R. **Análise da viabilidade da perfuração em rochas com a utilização do laser**. 2013. 127f. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Mecânica, Rio de Janeiro, 2013.

CAMPOS, F, C, R. **Análise dos critérios de estabilidade para projetos de plataforma do tipo monoculuna**. 2008. 87f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Naval e Oceânica, São Paulo, 2008.

CHASE, O.; MONTEIRO, D. Sistema Computacional para Controle e Aquisição de Imagens de Submarino da Classe ROV. **Engenharia de Computação em Revista**, América do Norte, 2010.

DIEGO, M, A. Otimização dos flutuadores de *risers* com catenária em configuração complexa. **Ciências Exatas e Tecnologias**, Londrina, 2012.

DOMINGUES, Flávia. **Sísmica 4D ganha espaço na E&P. Macaé Offshore**. Disponível em: <http://www.macaeeoffshore.com.br/vonline_d.aspx?t=destaque2&e=79%20PT>. Acesso em: 14 jun. 2015.

FONTES, B, R. **Análise de processamento submarino na produção de óleo e gás: as novas perspectivas sem o uso de plataformas**. Rio de Janeiro, 2011.

GIZMODO. MIT desenvolve uma forma de separar água do petróleo usando ímãs. **Instituto de Engenharia**. São Paulo, 17 set. 2012. Disponível em: <http://www.institutodeengenharia.org.br/site/noticias/exibe/id_sessao/4/id_noticia/7020/MIT-desenvolve-uma-forma-de-separar-%C3%A1gua-do-petr%C3%B3leo-usando-%C3%ADm%C3%A3s>. Acesso em: 17 jun. 2015.

GOUVEIA, F. Tecnologia nacional para extrair petróleo e gás do pré-sal. **Conhecimento & Inovação**, v.6, n.1, Campinas, 2010. Disponível em <http://inovacao.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S198443952010000100010&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 13 ago. 2015.

HENRIQUE, E, S. **Estrutura do Rov Subaquático**. Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino, São João da Boa Vista, 2010.

MORAIS, J, M. Uma história tecnológica da PETROBRÁS na exploração e produção offshore. **Revista Petróleo em Águas Profundas**. Brasília, 2013.

ORTIZ NETO, José Benedito; SHIMA, Walter Tadahiro . Trajetórias Tecnológicas no Segmento Offshore: Ambiente e Oportunidades. **Revista de Economia Contemporânea**, v.12, Rio de Janeiro, 2008. p.301- 332.

ROSSI, R. **Otimização de Recursos para a operação de instalação de âncoras de equipamentos offshore**. Rio de Janeiro: Centro de Pesquisas da Petrobrás, 2002.

Data do recebimento: 9 de janeiro de 2016

Data de avaliação: 8 de fevereiro de 2016

Data de aceite: 25 de fevereiro de 2016

1. Acadêmico do Curso de Engenharia de Petróleo do Centro Universitário Tiradentes – UNIT. E-mail: rodolfo_holanda7@hotmail.com

2. Docente do Curso de Engenharia de Petróleo do Centro Universitário Tiradentes – UNIT. E-mail: Jaqueline_silva@al.unit.br